植 物 分 类 学 报　45 (6): 862–869 (2007)　doi:10.1360/aps07027
Acta Phytotaxonomica Sinica　http://www.plantsystematics.com

红豆杉科白豆杉属植物的分类学研究

[1,2,3]王　康　[1]杨　永*

[1](系统与进化植物学国家重点实验室，中国科学院植物研究所　北京 100093)

[2](中国科学院研究生院　北京 100049)

[3](北京植物园　北京 100093)

Taxonomic study on *Pseudotaxus* (Taxaceae)

[1,2,3]WANG Kang　[1]YANG Yong*

[1](*State Key Laboratory of Systematic & Evolutionary Botany, Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100093, China)

[2] (*Graduate University of Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100049, China)

[3](*Beijing Botanical Garden*, Beijing 100093, China)

Abstract　Two specific names, viz. *Pseudotaxus chienii* (Cheng) Cheng and *P. liana* J. Silba, were published within *Pseudotaxus* and leaf width was considered to be discontinuous between the two species. Width of leaf blades of herbarium specimen was measured and analyzed statistically with student's *t* test and XY PLOT. Though a significant difference of leaf width was indicated between specimens from Zhejiang and those from Jiangxi, Hunan and Guangxi, XY PLOT suggests that the difference on the variation of leaf width, suggested by J. Silba, is continuous. As a result, *Pseudotaxus liana* J. Silba was reduced to synonymy of *P. chienii* (Cheng) Cheng.

Key words　*Pseudotaxus*, Taxaceae, taxonomy.

摘要　白豆杉属*Pseudotaxus*现包括2种，即白豆杉*P. chienii* (Cheng) Cheng和李氏白豆杉*P. liana* J. Silba, 二者之间的区别在于叶片宽度不同。本文对来自浙江、江西、湖南和广西等地的白豆杉属植物标本进行了观察和测量。尽管*t*检验分析表明来自浙江的标本与来自江西、湖南和广西的标本在叶片宽度平均数上的确存在显著差异，但是，散点图分析却显示叶片宽度变异是连续的，这与J. Silba的观察不同，因此,将*P. liana* J. Silba作为*P. chienii* (Cheng) Cheng的异名处理。

关键词　白豆杉属；红豆杉科；分类

白豆杉属*Pseudotaxus* Cheng隶属裸子植物红豆杉科Taxaceae，形态上与红豆杉属*Taxus* L.的区别在于其白色的肉质假种皮和叶背有2条白色气孔带(Cheng, 1947)，解剖学、化学、胚胎学和分子等证据也都表明白豆杉属是一个好属(马忠武等, 1982；席以珍, 1986；张君等, 1996；周其兴等, 1998)。

Cheng (1934)基于采自浙江的4份标本(*S. Chen 1384*，雄；*S. Chen 3010*, *3024*，雌；*Y. Y. Ho 3166*，果)建立红豆杉属一新种，即*Taxus chienii* Cheng。Cheng (1947)注意到该种的白色肉质假种皮以及其叶背面的2条白色气孔带与红豆杉属其他种类的红色肉质假种皮和叶背面的淡绿色气孔带明显不同，因此，建立了一个新属，即白豆杉属*Pseudotaxus*

2007-02-27 收稿, 2007-04-09 收修改稿。
基金项目：国家自然科学基金(30600035)；中国科学院知识创新工程方向项目(KSCX2-YW-Z-067)；科技部“植物标本标准化整理、整合及共享平台建设”(2005DKA21401)(Supported by the National Natural Science Foundation of China, Grant No. 30600035, a project from the Chinese Academy of Sciences, Grant No. KSCX2-YW-Z-067, and a digitization project of plant specimen from the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Grant No. 2005DKA21401)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: ephedra@ibcas.ac.cn)。

Cheng。Florin (1948)也对这个属进行过深入的研究，认为应该独立成一个属。直到Silba (1996)根据产自江西、湖南和广西的标本发表李氏白豆杉*P. liana* J. Silba (原文为*P. liiana* J. Silba)之前，白豆杉属一直被当作是一个单型属，仅包括一个现存种，即白豆杉*P. chienii* (Cheng) Cheng。根据Silba (1996), *P. liana*与*P. chienii*的区别在于: (1)叶片较宽，达3.5–4.5 mm; (2)叶不是线形(linear)，而是宽卵形(broadly ovate)或长椭圆形(ovate-oblong); (3)叶片厚且革质(thick and leathery)。尽管傅立国等(1999)在《Flora of China》中将这个名称列为白豆杉的异名，但名称前面的问号显示他们并没有对这个种进行研究，而且，他们同时提到十分有必要对这个种进行研究以确定其分类位置：“……Further study is needed to ascertain whether it is distinct from *Pseudotaxus chienii* and, if so, to settle its generic, and possibly also familial, placement. If it is distinct, then some of the records of *P. chienii* may in fact belong to the new species”。

本文的目的是研究白豆杉属植物的形态变异式样，搞清是否产自江西、湖南和广西的白豆杉标本与产自浙江的白豆杉标本在叶的宽度、形状和质地方面存在明显的差异，以确定李氏白豆杉的分类地位。

1 材料和方法

Silba (1996)认为湖南、江西和广西的标本叶片宽度明显宽于浙江的标本，并据此特征发表新种*P. liana* J. Silba。本文运用生物统计学*t*检验的方法来比较两组样本叶片宽度平均值差异的显著性，并利用散点图来分析叶片宽度变异的连续性。

1.1 材料

本文的研究包括了35份标本，分别来自中国科学院植物研究所标本馆(PE)，江苏省中国科学院植物研究所标本室(NAS)，南京林业大学树木标本室(NF)，中国科学院广西植物研究所标本馆(IBK)。

检查过的标本:

China. Guangxi (广西): Lingui (临桂), L. Q. Chen (陈立卿) 94669 (holotype of *Pseudotaxus liana*, PE); Mt. Damingshan (大明山), C. X. Cai (蔡燦星) 5076 (NF), S. F. Yuan (袁淑芬) 6481 (NAS, IBK); Jinxiu (金秀), G. Z. Li (李光照) 14533 (IBK). **Hunan** (湖南): Cili (慈利), S. Y. Xi et al. (席生银等) 159 (paratype of *Pseudotaxus liana*, PE), Xiangxi Exped. (湘西考察队) 352 (paratype of *Pseudotaxus liana*, PE), 432 (paratype of *Pseudotaxus liana*, PE); Yizhang (宜章) Q. Z. Lin (林亲众) 084779 (NF). **Jiangxi** (江西): Mt. Jinggangshan (井冈山), J. Xiong (熊杰) 02668 (paratype of *Pseudotaxus liana*, PE), 02671 (PE), Y. Lin et al. (林英等) 651223 (paratype of *Pseudotaxus liana*, PE), J. S. Lai (赖节绅) 4063 (IBK); Dexing (德兴), M. B. Deng (邓懋彬) 87084 (NAS). **Zhejiang** (浙江): Longquan (龙泉), S. Chen (陈诗) 1384 (syntype of *Taxus chienii*, PE, NAS), 3010 (syntype of *T. chienii*, PE, NAS), 3024 (syntype of *T. chienii*, PE, NF), Y. Y. Ho (贺贤育) 1630 (PE), 3164 (NAS), 3166 (syntype of *T. chienii*, PE), S. R. Zhang (章绍尧) 2915 (PE, NAS), 3274 (PE, NAS), 4110 (PE), 4472 (PE, NAS), 4743 (PE, NAS), 8809 (PE, NAS), 6731 (PE), R. H. Shan (单人骅) 5567 (PE), 5637 (NAS), 5737 (PE, NAS), 5738 (PE, NAS), D. S. Zuo et al. (左大勲等) 22011 (NAS), 23117 (NAS), T. S. Wang & X. L. Yang (王铁僧，杨学莲) 5474 (NAS); Quzhou (衢州), S. Q. Hu & Z. Hong (胡绍庆，洪震) 3056 (PE), 3057 (PE).

1.2 *t*检验

*t*检验要求的最小样本量为30个样本。为了比较两个样本可测量数据的平均数是否存在差异，首先做零假设(null hypothesis)，即假设所比较的两个样本平均数没有差异，也就

是假设测量所得的两个样本不为零的平均数之差属于试验误差。在这个假设条件下，两个样本平均数之差$x_1–x_2$的抽样分布在自由度$df=(n_1–1)+(n_2–1)$(n_1为第一个样本的含量，n_2为第二个样本的含量)下为t分布，有:

$$t=\frac{\overline{x_1}-\overline{x_2}}{S_{\overline{x_1}-\overline{x_2}}}$$

其中: $$S_{\overline{x_1}-\overline{x_2}}=\sqrt{\frac{\sum(x_1-\overline{x_1})^2+\sum(x_2-\overline{x_2})^2}{(n_1-1)+(n_2-1)}}\bullet\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}$$

$S_{\overline{x_1}-\overline{x_2}}$叫做均数差异标准差。

根据自由度$df= (n_1–1)+(n_2–1)$查表得两尾概率$t_{0.01}$、$t_{0.05}$，有:

(1)若$t<t_{0.05}$，即测量所得不为零的两样本平均数之差属于试验误差概率在5%以上，可能性较大，接受零假设，两个样本平均值没有差异;

(2)如果$t_{0.05}<t<t_{0.01}$，即测量所得不为零的两样本平均数之差属于试验误差的概率在1%到5%之间，可能性小，则否定假设，两个样本平均值的差异显著;

(3)如果$t>t_{0.01}$，即测量所得不为零的两样本平均数之差属于试验误差的概率不到1%，可能性很小，则否定假设，两个样本平均值的差异极显著。

1.3 统计方法、步骤

在室温20–30 ℃之间，采用同一测量标尺对35份标本的叶片宽度进行了测量。为了使叶片在不同标本间具有可比性，有必要对测量的叶片进行划分。根据我们的观察和《中国植物志》第七卷(郑万钧等, 1978)的记载，白豆杉属不同生长季节之间区别明显的标志是分枝或簇生的覆瓦状排列的芽鳞，在分枝的基部也观察到簇生的芽鳞。根据叶片在标本上所处的位置，我们将叶片所在的枝条分为三个部分: 枝条最先端簇生芽鳞以上的部分称为上部(top)，代表最近一个生长季里发育形成的嫩枝；靠近先端簇生芽鳞或分枝以下的部分到下一个簇生芽鳞或分枝之间为中部(middle)；中部以下木质化发达的部分为下部(base)。中部和下部为2或2年以上的枝条。对每一份标本分别连续选取上部枝条、中部枝条和下部枝条各5枚叶片进行宽度测量，选取方法如图1所示，然后分别对每一份标本求得上、中、下部的叶片宽度的平均值。

将35份白豆杉属植物标本分为两组，即浙江组代表来自浙江的22份标本，非浙江组代表来自江西、湖南和广西的13份标本，分别对两组上、中、下部的叶片宽度平均值进行t检验分析。

1.4 散点图

利用Microsoft Excel对35份标本的叶片宽度平均值分别做出上、中、下部的散点图。为了与t检验结果比较，散点图部分也计算了浙江组和非浙江组叶片不同部位的平均值，观测它们之间的差异。

2 结果

2.1 叶片宽度

测量得到浙江组和非浙江组叶片宽度平均值的数据如表1所示。



图1 叶片选取示意图。箭头示簇生的芽鳞。
Fig. 1. Illustration of leaf selection. Arrows indicate the clustered bud scales.

表1 白豆杉属植物的叶片宽度
Table 1 The mean width of leaf measured from 35 specimens of *Pseudotaxus*

浙江组 Zhejiang Group				非浙江组 Non-Zhejiang Group			
标本号 Specimen number	上部 Top (mm)	中部 Middle (mm)	下部 Base (mm)	标本号 Specimen number	上部 Top (mm)	中部 Middle (mm)	下部 Base (mm)
1384	2.80	2.60	3.10	159	2.10	2.40	2.10
1630	2.00	2.10	2.30	352	2.00	2.80	2.60
2915	2.90	3.10	3.20	432	2.40	3.00	2.70
3010	2.50	2.70	2.00	2668	2.30	3.10	2.80
3024	3.00	2.70	2.70	94669	3.20	3.70	3.40
3056	2.70	2.50	2.60	651223	3.50	3.80	3.50
3057	2.30	2.00	2.50	5076	3.60	3.90	4.00
3164	1.40	2.50	2.10	6481	2.70	3.70	4.00
3166	1.10	1.40	1.80	14533	1.90	1.80	1.80
3274	2.00	2.40	2.80	84779	3.00	3.00	3.10
4110	2.40	2.90	2.50	2671	2.80	3.30	3.50
4472	3.00	3.00	3.00	4063	2.50	2.80	2.50
4743	2.00	2.70	2.00	87084	2.70	3.20	2.80
5474	2.10	2.40	2.00				
5567	2.50	2.90	2.00				
5637	2.20	2.50	2.80				
5737	2.00	2.60	2.20				
5738	2.00	2.90	2.00				
6731	2.60	3.00	3.00				
8809	2.20	2.70	2.10				
22011	1.90	2.00	2.10				
23117	1.80	2.10	2.00				

2.2 *t*检验结果

根据每个标本的不同位置的叶片宽度平均值(表1)进行*t*检验，结果(表2)显示来自浙江的标本在叶片宽度平均值上与来自江西、湖南和广西的标本存在显著的差异，中部叶片和下部叶片差异极显著。

表2 两组不同部位叶片宽度的*t*检验结果
Table 2 The result of *t* test on the leaf width from two groups

叶片位置 Location of leaves	上部 Top (mm)	中部 Middle (mm)	下部 Base (mm)
浙江组 Zhejiang group	2.25	2.53	2.40
非浙江组 Non-Zhejiang group	2.67	3.12	2.98
t	2.3518	3.4627	3.0966
$t_{0.05}$	2.035 (df=33)		
$t_{0.01}$	2.734 (df=33)		
结果 Result	$t_{0.05}<t<t_{0.01}$ 显著 significant at 1%<P<5%	$t>t_{0.01}$ 极显著 significant at P<1%	$t>t_{0.01}$ 极显著 significant at P<1%

2.3 散点图分析

对来自不同分布地点的35个白豆杉属植物标本的叶片宽度散点图的分析结果显示:叶片不同部位的宽度变异都是连续的，并无明显的间断(图2–4)。根据表2的变化：浙江组和非浙江组不同部位的平均值存在差异。

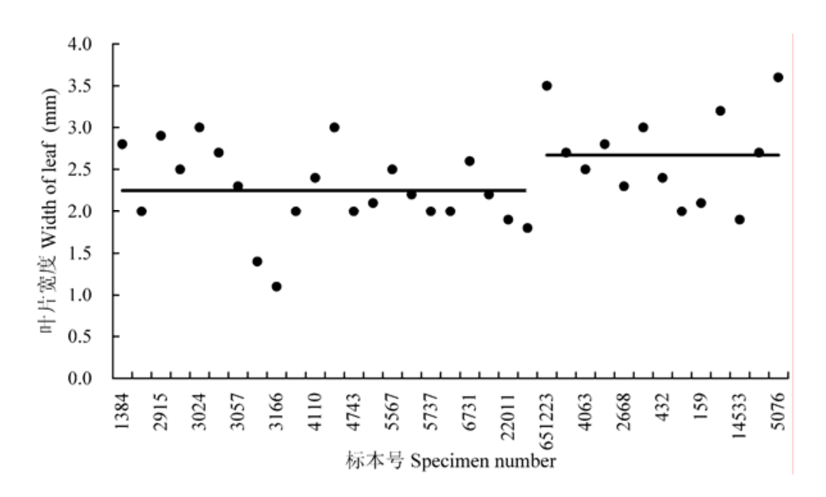


图2 35份标本的上部叶片宽度散点图和两组样本上部叶片宽度的平均值线

Fig. 2. XY PLOT for width of top leaf measured from 35 specimens and the mean value of leaf width of the two groups.

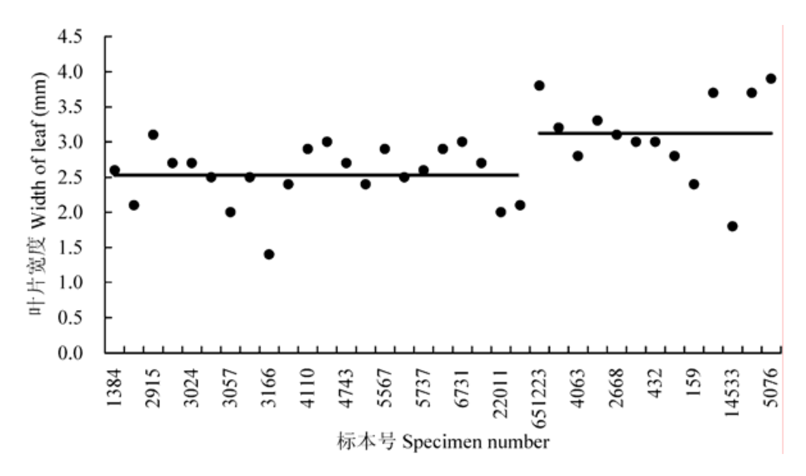


图3 35份标本的中部叶片宽度散点图和两组样本中部叶片宽度的平均值线

Fig. 3. XY PLOT for width of middle leaf measured from 35 specimens and the mean value of leaf width of the two groups.

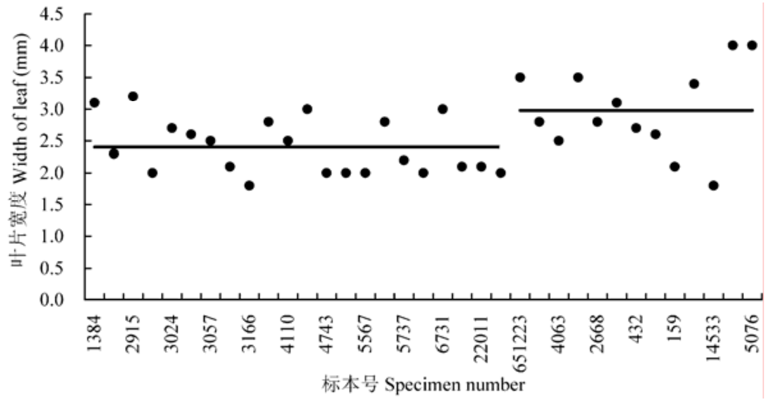


图4 35份标本的下部叶片宽度散点图和两组样本下部叶片宽度的平均值线

Fig. 4. XY PLOT for width of base leaf measured from 35 specimens and the mean value of leaf width of the two groups.

3 讨论

Silba (1996)认为产自浙江的白豆杉属植物的叶片与产自江西、湖南和广西的标本的叶片在宽度方面存在明显的差异。我们统计了不同分布地点的35份标本的不同位置的叶片，并对Silba (1996)的假说进行了*t*检验统计分析和散点图分析。*t*检验统计分析结果显示，浙江组与非浙江组的叶片在宽度上确实存在明显的差异，似乎可以作为白豆杉属分种的依据。但是，从叶片不同部位宽度散点图分析结果来看，归属于李氏白豆杉的标本与归属于白豆杉的标本在叶片宽度的变异方面是连续的。浙江组和非浙江组叶片宽度的平均值在散点图上的反映也确实存在差异，这可能是由于样本量不够大的缘故造成的，也从侧面反映Silba (1996)对标本的观察不够，从而引起叶片宽度在白豆杉属植物内存在明显间断这样的错误认识。

*t*检验和散点图是对数量分类特征进行分析的两种方法。*t*检验是对样本平均值进行检验的统计分析方法，常常会出现2类错误：第一类错误就是零假设为真而被推翻了，第二类错误是零假设不真而被接受了。一般说来犯这2类错误的可能性是互相矛盾的，要想减少犯第一类错误的可能性就有增加犯第二类错误的可能性，要想使这2类错误都减少，唯一的办法就是增加样本数。本项研究中，我们的样本量为35份标本，对*t*检验来说样本量可能偏少，导致我们对白豆杉的*t*检验研究由于样本量不足出现了第一类错误，就是零假设为真而被推翻了。散点图对样本量的要求没有那么严格，少量标本的变异就可以说明问题。本研究的散点图(图4)分析中浙江组和非浙江组白豆杉标本的叶片宽度变异明显交织在一起，而没有任何间断。导致t检验分析中两组数据平均值出现显著差异的原因可能是蔡燦星5076和林英等651223两份标本的叶片较宽而将两组数据平均值之间的差异拉大。当然，对两种分析方法不论哪一种，样本量越大得到的结果就越可能接近事实。本项研究中，散点图分析显示叶片宽度对区分白豆杉和李氏白豆杉没有价值，叶片宽度变异不存在任何间断。同时，我们的研究也说明在样本量小的情况下，选择散点图分析更为恰当，而在样本量大的情况下两种分析方法都可以使用。

我们也注意到白豆杉属植物的叶片为窄条形(linear)，宽度变异较大，1–4 mm宽，但是绝无宽卵形(broadly ovate)或长椭圆形(ovate-oblong)；叶片质地变异与发育相关，并无地理关联，产自浙江的标本也有革质的叶片，而来自广西的标本也有薄而纸质的叶片，如：李光照14533 (IBK)，尤其是该标本的当年生叶片。此外，白豆杉属植物在其他特征方面也不存在明显间断的变异。尽管Silba敏感地观察到了白豆杉属植物在叶片宽度上客观存在的差异，白豆杉属植物的叶片从东向西确实有变宽的趋势，但是这种差异是连续的，而不是间断的。由于连续变异的特征不能作为分种依据，因此，*P. chienii* (Cheng) Cheng和*P. liana* J. Silba应予以归并，由于*P. liana*发表较晚，根据维也纳法规条款11.4 (McNeill et al., 2006), *P. liana* J. Silba作为*P. chienii* (Cheng) Cheng的异名。

Pseudotaxus chienii (Cheng) Cheng的基本名是*Taxus chienii* Cheng。Cheng (1934)在发表*Taxus chienii*时指定了4份标本(*S. Chen 1384*，雄；*S. Chen 3010, 3024*，雌；*Y. Y. Ho 3166*，果)为模式标本，但是，没有指定主模式，这4份标本构成白豆杉的合模式。根据《国际植物命名法》(McNeill et al., 2006)条款9.9和9.10，为了稳定名称的使用，有必要从合模式中

选出1份标本对白豆杉这个名称进行后选模式指定。林祁和曹子余(2007)也注意到了这个问题，并指定了带雄球花的标本*S. Chen 1384*作为该种的后选模式。白豆杉属与红豆杉属的主要差别在于叶背面两条气孔带为白色和成熟雌球果假种皮白色。在Cheng (1934)引证的4份合模式标本中，成熟果标本*Y. Y. Ho* (贺贤育) *3166*最能反映白豆杉属植物的特征，保存状态良好，因此是白豆杉的后选模式标本的最佳选择。但是，林祁和曹子余(2007)的后选模式指定也符合维也纳法规的规定，是有效的后选模式指定。

白豆杉

Pseudotaxus chienii (Cheng) Cheng in Research Notes, Forestry Institute, National Central University, Nanking, Dendrological Series, No. 1: 1. 1947.——*Taxus chienii* Cheng in Contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China, Botanical Series 9: 240, fig. 23. 1934.——*Nothotaxus chienii* (Cheng) Florin in Acta Horti Bergiani 14: 394, pls. 1–3. 1948. Type: China. Zhejiang (浙江): Longquan (龙泉), Maoshan (茆山), alt. 1000 m, side of temple, in woods, staminate specimen, 1933-05-14, *S. Chen* (陈诗) *1384* (lectotype, PE!).

Pseudotaxus liana J. Silba in Phytologia 81 (4): 327, figs. 3, 4. 1996 (publ. 1997), as “liana”.

致谢 中国科学院植物研究所标本馆(PE)、江苏省中国科学院植物研究所标本室(NAS)、南京林业大学树木标本室(NF)和中国科学院广西植物研究所标本馆(IBK)在标本查阅中提供帮助，周悦玥在制作图版过程中提供了帮助，在此一并致谢。

参 考 文 献

Cheng W-C. 1934. An enumeration of vascular plants from Chekiang, III. Gymnospermae. Contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China, Botanical Series 9: 240–242.

Cheng W-C. 1947. New Chinese trees and shrubs. Research Notes, Forestry Institute, National Central University, Nanking, Dendrological Series 1: 1–4.

Cheng W-C (郑万钧), Fu L-K (傅立国), Chu C-D (朱政德). 1978. *Pseudotaxus* Cheng. In: Flora Reipublicae Popularis Sinicae (中国植物志). Beijing: Science Press. 7: 448–450.

Florin R. 1948. On *Nothotaxus*, a new genus of the Taxaceae, from Eastern China. Acta Horti Bergiani 14: 385–395, pls. 1–3.

Fu L-G, Li N, Mill R R. 1999. Taxaceae. In: Wu Z-Y, Raven P H eds. Flora of China. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. 4: 89–96.

Lin Q (林祁), Cao Z-Y (曹子余). 2007. Lectotypifications of four names of Chinese taxa in gymnosperms. Acta Botanica Yunnanica (云南植物研究) 29: 291–292.

Ma Z-W (马忠武), He G-F (何关福), Yin W-F (印万芬). 1982. Study of major chemical components of *Pseudotaxus chienii*. Acta Botanica Sinica (植物学报) 24: 554–557.

McNeill J, Barrie F R, Burdet H M, Demoulin V, Hawksworth D L, Marhold K, Nicolson D H, Prado J, Silva P C, Skog J E, Wiersema J H, Turland N J eds. 2006. International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code). A. R. G. Gantner Verlag, Ruggell, Liechtenstein.

Silba J. 1996. A new species of *Pseudotaxus* (Cheng) Cheng (Taxaceae) from China. Phytologia 81: 322–328.

Xi Y-Z (席以珍). 1986. Studies on pollen morphology of Taxaceae of China. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 24: 247–252.

Zhang J-Z (张君增), Fang Q-C (方起程), Liang X-T (梁晓天), Cheng Y-H (陈毓亨). 1996. A discussion on the systematic position of the genus *Pseudotaxus* (Taxaceae) from phytochemistry. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 34: 282–287.

Zhou Q-X (周其兴), Ge S (葛颂), Gu Z-J (顾志建), Yue Z-S (岳中枢). 1998. Genetic variation and relationships within *Taxus* and between the genus and *Pseudotaxus* in China. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 36: 323–332.